

第3節 教育機関と連携したWATARAS防護施設等の効果検証実証試験

試験内容

- I 北海道滝川工業高等学校と連携した自動給水栓防護施設プロトタイプの開発
- II 北海道滝川工業高等学校と連携した園芸作物省力化機器の開発

北海道滝川工業高等学校について

北海道滝川工業高等学校（以下「工業高校」という。）は、大正9年(1920年)に北海道庁立滝川中学校として開校し、昨年創立100周年を迎えた歴史と伝統がある空知管内で唯一の工業高校である。

校訓の「誠意」「創意」「熱意」を基本方針として「ものづくり教育」を実践する電子機械科と電気科（各1間口）の計2学科6クラスの学校である。

工業高校では、3学年時のカリキュラムとして生徒自らが課題テーマを抽出し、その課題解決に向けた取組みを、各科で各4～5名程度の班編制で取り組んでいる。



I-1 自動給水栓防護施設プロトタイプ開発に向けた授業の実施

自動給水栓防護施設のプロトタイプ（以下、「プロトタイプ」という。）開発に向けて、工業高校電子機械科3年生の生徒に対して、次のとおり授業を実施した。

なお、プロトタイプの開発にあたっては、1年目の3年生が開発したプロトタイプを、次の3年生が引き継ぎ取り組んだことから、生徒に対する授業は時系列的に示す。

令和3年度

(1) WATARAS 現地研修

- 開催月日：令和3年4月14日
- 場 所：WATARAS設置圃場
- 内 容：ほ場水管理システムWATARASについて
給水柵等の計測
- 参加者：工業高校電子機械科生徒、コンソーシアム構成機関（計17名）



(2) 知的財産講習会

- 開催月日：令和3年6月9日
- 場 所：滝川工業高等学校 2階 CAD実習室
- 内 容：「知的財産」「アイデア」について
CADの歴史及び実用事例などについて
- 参加者：工業高校電子機械科生徒、コンソーシアム構成機関（計14名）
- 講師：セイカン株式会社



(3) ほ場水管理システム WATARAS 講習

- 開催月日：令和3年6月16日
- 場 所：滝川工業高等学校 2階 CAD実習室
- 内 容：ほ場水管理システムWATARAS概要について
ほ場水管理システムWATARAS動作確認について
- 参加者：工業高校電子機械科生徒、コンソーシアム構成機関（計14名）
- 講師：株式会社クボタケミックス



令和4年度

(1) WATARAS 現地調査

- 開催月日：令和4年4月20日
- 場 所：WATARAS設置圃場
- 内 容：ほ場水管理システムWATARASについて
給水柵等の計測
- 参加者：工業高校電子機械科生徒、コンソーシアム構成機関（計12名）



※令和3年度開発プロトタイプでの設置確認

(2) WATARAS 設計講習

- 開催月日：令和4年6月10日
- 場 所：北海道滝川工業高等学校 2階 CAD実習室
- 内 容：設計について
材料について
- 参加者：工業高校電子機械科生徒、コンソーシアム構成機関（計11名）
- 講師：セイカン株式会社



(3) 農業関係施設見学

- 開催月日：令和4年6月16日
- 場 所：西南揚水機場、空知土地改良区、北空知頭首工
スマート水田実証プロジェクトモデル地域
- 内 容：農業関係施設の見学
- 参 加 者：工業高校電気科2年生・3年生生徒、
コンソーシアム構成機関（計61名）



(4) ほ場水管理システム WATARAS 設計講習

- 開催月日：令和4年7月5日
- 場 所：北海道滝川工業高等学校 2階 CAD実習室
- 内 容：滝川市スマート水田実証プロジェクトについて
ほ場水管理システムWATARASについて
- 参 加 者：工業高校電子機械科生徒、コンソーシアム構成機関（計11名）
- 講 師：株式会社クボタケミックス



(5) ほ場水管理システム WATARAS 設計講習

- 開催月日：令和4年10月26日
- 場 所：北海道滝川工業高等学校 2階 作業室
- 内 容：設計指導
- 参加者：工業高校電子機械科生徒、関係機関（計10名）
- 講師：セイカン株式会社



I-2 プロトタイプの開発

2年間の開発となったことから、その経過を時系列的に示す。

令和3年度

(1) 研究目標の設定

工業高校電子機械科生徒は、開発にあたっての研究目標を次のとおり設定した。

- ① 専門教科及び学習で学んだ知識と技術を活用した課題研究を行う。
- ② 未習得の知識や加工技術を、企業などの協力を得て身につける。
- ③ 農業との関わりを持ち、地域の産業とコラボレーションし、「工業」という言葉の印象を変える。
- ④ 製作・設計の第一歩として、次の世代につながる製品を製作する。

(2) プロトタイプ愛称（ネーミング）立案

セイカン株式会社の講習において、プロトタイプ製作にあたり、社名や商品名は企業にとって重要なマーケティングツールであること、さらには、自身が開発するものの愛称（ネーミング）をつけることで、商品に対する愛着や開発に対する情熱が増すことを学んだ（I-1（2）参照）。

このことから、プロトタイプ製作にあたり、生徒達が立案し愛称を「まもるSUN」と決定した（図69）。

【愛称の意味】

- 「まもる」はセンサーを絶対を守る（防護）するという学生達の意味
- 「SUN」は農業に欠かせない「太陽」と敬称「さん」をかけたもの

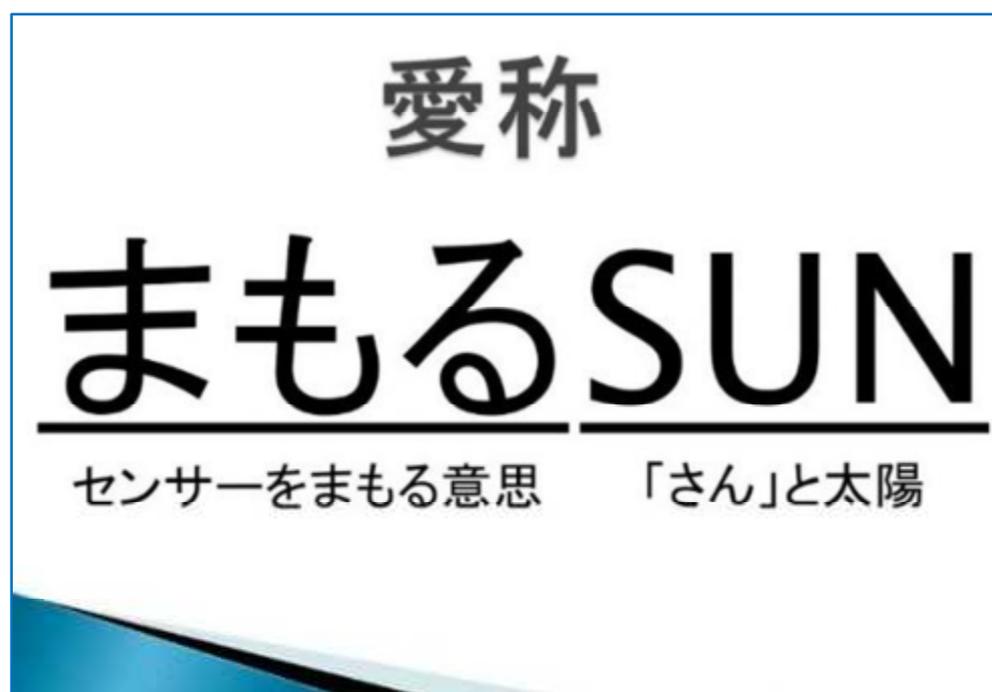


図 69. 生徒が考案したプロトタイプの愛称

(3) プロトタイプの開発

電子機械科の課題研究班7名は、「まもるSUN」に求められる条件を整理し、2タイプのプロトタイプ制作を行った。

ア 「まもるSUN」に求められる条件

- ① 年中田んぼにおけるようにすること。
- ② 太陽光発電を妨げないこと。

イ 「まもるSUN」プロトタイプの形状

- タイプ①は、空知土地改良区が提供した簡易的な試作品を参考とし、給水栓枘（内寸500mm×700mm）の形状に合わせた大型な形状（図70・図71）。
- タイプ②は、WATARASが収まる程度の「コンパクトサイズ」（□300mm×300mm）で、スマートな形状（図72）。



図 70. 給水栓枘の寸法及び WATARAS 設置概要

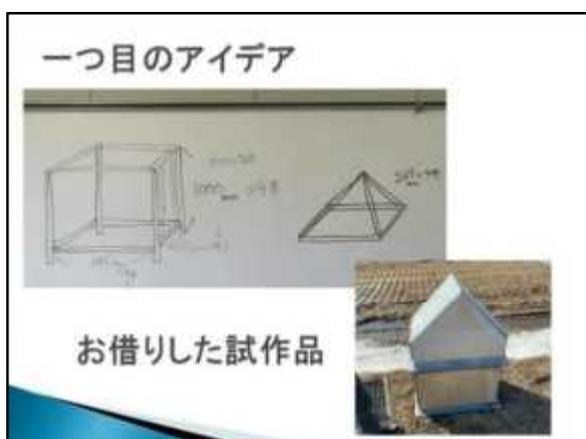


図 71. タイプ①の原案

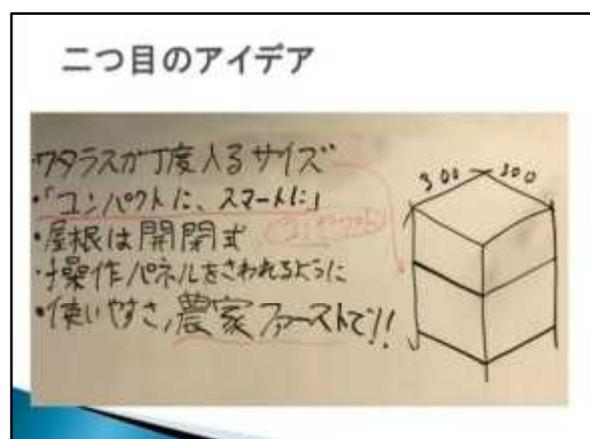


図 72. タイプ②の原案

ウ 両タイプの共通事項

○タイプ①及び②の共通事項は次のとおりとした。

- ①耐久性確保の観点から、プロトタイプのフレームは等辺アングル（鋼材）を使用する。
- ②壁面はWATARASの視認性確保の観点から、アクリル板を使用する。
- ③夏期の太陽光採光と冬期の積雪防護の観点から、頂部は蓋開閉式とする。

エ 「まもるSUN」製作状況



アングルの切断・加工

アングル(鋼材)の切断・加工



溶接

アングル(鋼材)の溶接



溶接後の研磨



雨や雪にも耐えられるようにしっかり塗装

フレーム塗装



フレーム完成



8ミリのドリルで穴開け

M6のボルト

フレームへのアクリル板取付

エ 「まもるSUN」完成

【タイプ①】

H=120cm



【タイプ②】

▶ コンセプトは
「コンパクトに、スマートに」



令和4年度

(1) 研究目標の設定

前年度の課題研究を引き継いだ電子機械科生徒は、開発にあたって、前年度の課題であった「結露対策」及び「機能性の充実」を研究目標として設定した（令和3年度の結果は後述）。

(2) プロトタイプ愛称（ネーミング）立案

令和4年度のプロトタイプ製作にあたり、プロトタイプの名称を「Perfect Smart Fortree」（パーフェクト・スマート・フォートレス）の頭文字から、「PSF」に決定した。「PSF」の意味は「完璧で洗練された要塞」であり、「Problem Solution Fit」（顧客が抱えている問題を解決する製品を提供する状態）を含めた意味合いとしている。

(3) 「PSF」の構造材について

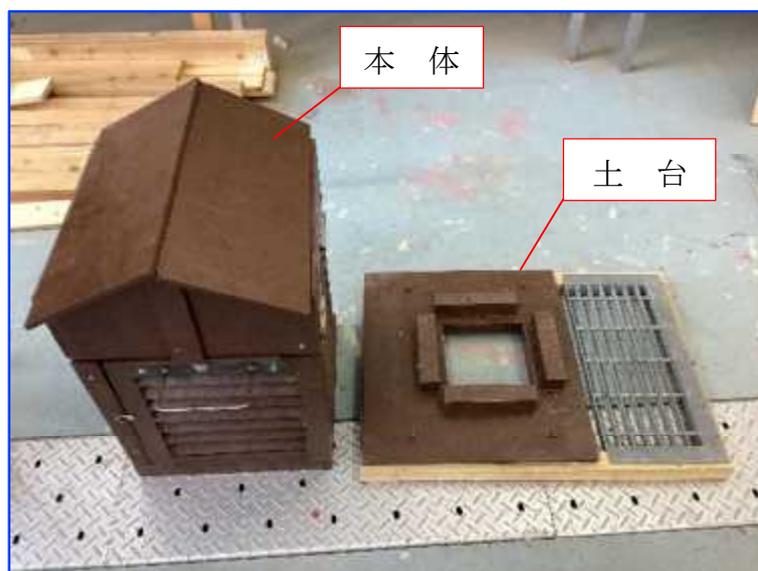
プロトタイプ「PSF」の素材は、学生による加工が容易である木材を使用することとした。

(4) プロトタイプの開発

電子機械科生徒は「PSF」に求められる条件を整理し、次のとおりプロトタイプの制作を行った。「PSF」にはWATARASの防護のほかに、大きく3つの特徴を有している。

ア 本体と土台が分かれる

本体と土台を分けることで、給水栓柵全体を囲う必要がなくなり、WATARASのみを覆うコンパクトなサイズとすることができる。



イ 壁面が鎧戸になっている

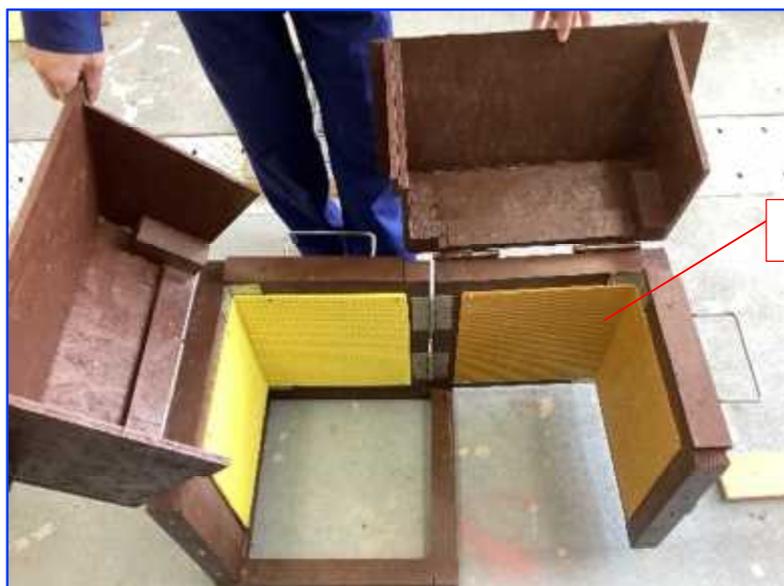
前年の課題である結露の発生を抑制するため、壁面を鎧戸とし通気性の改善を図ったほか、突発的な強風でも飛ばされにくくした。



鎧戸

ウ 大きな開閉が行える

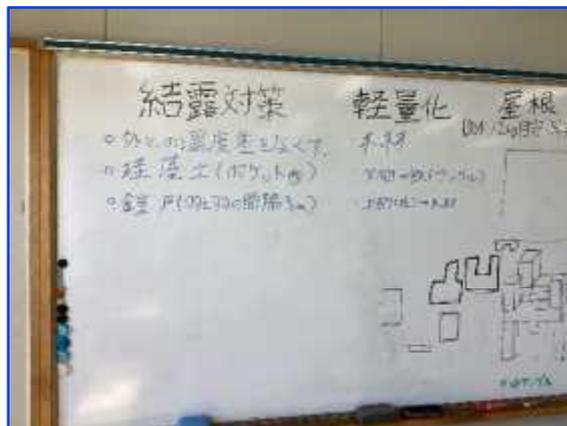
WATARASの手動操作パネルにアクセスしやすく、かつメンテナンス等を容易に行えるよう、壁面・天盤を大きく開閉が行える構造とした。



開閉状況

工 「PSF」製作状況

企画・立案



土台制作・加工



本体木材加工



本体木材塗装



本体制作



完成



I-3 プロトタイプ越冬試験

(1) プロトタイプ「まもるSUN」越冬試験（令和3年度）

電子機械科の課題研究班が製作したプロトタイプ「まもるSUN」を、モデル地区圃場に設置し、積雪時における耐久性の検証を行った。

ただし、タイプ②については給水栓柵との接合調整に時間を要したことから、モデル地区圃場での越冬試験はタイプ①のみの実施となった（タイプ②は学校敷地屋外で検証）。

ア 「まもるSUN」タイプ①の設置

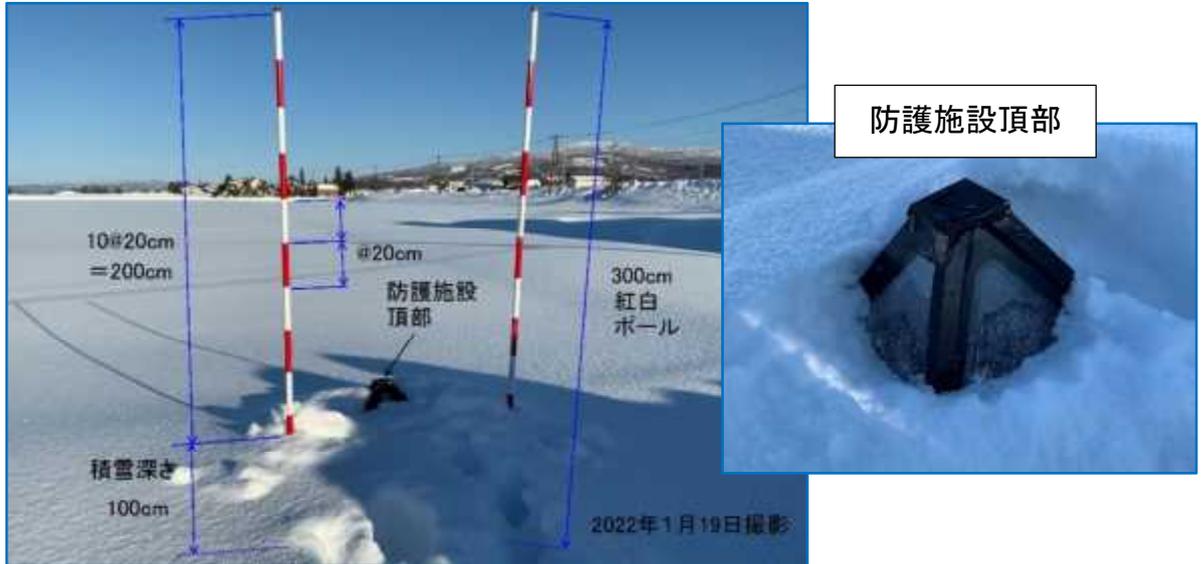
「まもるSUN」タイプ①は、11月24日のほぼ積雪のない時期に、モデル地域圃場に設置した。タイプ①は、大型のため積雪や風等の面的圧力を強く受ける形状であることから、耐久性の確認に最適であると考えられる。

プロトタイプ「まもるSUN」タイプ①圃場設置状況



イ 「まもるSUN」 耐久性の確認

1) 冬期間における「まもるSUN」の状況



2) 試験期間中における滝川市の積雪状況

当該期間中の滝川市の積雪は、気象庁による1983年の統計開始以降、1月における最深積雪が137cmで1位を記録するなど、耐久性の検証には最適な状況であると考えられる（表2・表3・表4）。

表2. アメダス気象観測所 滝川 2022年1月観測値

日	降水量(mm)			気温(°C)				風向・風速(m/s)				日照時間	雪(cm)		
	合計	最大	平均	最高	最低	平均	最大風速	最大瞬間風速	最多	降雪	最深積雪		合計	値	
1	1.1											5	2	78	
2	3.1											2	8	70	
3	2.1											0	9	73	
4	10.1											4	24	90	
5	0.1											9	1	89	
6	0.1											2	0	78	
7	0.1											2	0	70	
8	3.1											7	11	73	
9	0.5	0.5	0.5	-8.7	-2.5	-15.3	1.7	4.8	北	8.2	北	北北東	3.1	2	75
10	0.0	0.0	0.0	-9.1	-2.8	-19.1	2.0	5.5	南南西	8.0	南南西	南南西	2.5	1	70
11	0.0	0.0	0.0	-8.0	2.4	-17.8	3.9	8.7	東	13.4	東	東	0.0	0	87
12	8.5	1.5	0.5	-0.5	0.7	-2.8	4.8	9.5	北北西	14.2	北西	西北西	0.0	18	75
13	17.5	2.5	1.0	-0.8	0.1	-1.9	2.8	8.5	西	12.0	西	南西	0.0	28	94
14	24.5	3.5	1.0	-1.0	-0.2	-1.7	3.8	8.7	北北西	12.9	北北西	西北西	0.0	42	135
15	8.5	2.0	0.5	-1.3	0.1	-3.9	2.2	8.8	北北西	12.1	北北西	北西	1.1	5	137
16	1.0	0.5	0.5	-4.8	-1.3	-11.5	1.8	4.7	東北東	8.8	東北東	東	1.0	1	128
17	4.0	1.5	0.5	-2.1	1.2	-8.7	2.8	7.8	西	11.5	西南西	東	0.2	4	122
18	0.5	0.5	0.5	-8.8	-2.8	-11.1	2.1	5.5	北北東	7.8	北北東	北	0.2	0	118
19	0.0	0.0	0.0	-10.3	-3.0	-17.8	2.1	5.4	北北西	8.0	北	北北東	8.8	0	111
20	0.0	0.0	0.0	-10.0	-8.0	-20.4	1.7	3.7	北北東	6.7	東	北	7.0	0	107
21	0.0	0.0	0.0	-10.8	-4.0	-20.4	1.5	3.8	北西	5.5	北西	北北東	4.5	0	103
22	0.1											7.3	1	101	
23	0.1											8.3	2	99	
24	0.1											5.7	1	98	
25	0.1											3.8	0	94	
26	0.1											2.1	2	92	
27	0.1											3.2	0	92	
28	0.1											2.1	4	93	
29	1.0											2.8	5	97	
30	3.0	1.5	0.5	-9.8	-7.8	-17.3	2.8	8.3	西南西	13.5	西	南西	0.4	8	97
31	0.5	0.5	0.5	-12.9	-8.7	-17.2	1.3	3.1	東北東	4.5	東北東	東	4.8	2	96

国土交通省 気象庁アメダス気象観測所 滝川の
2022年1月の最深積雪値と現地積雪との対比
1月19日に計測した現地ほ場の積雪深は100cmで
観測所の111cmと近似した値が確認された。

滝川市では、1月12日から15日に掛けての連日の
記録的な降雪により、1月15日の最深積雪が1983年
の統計開始より1月の最深値137cmを記録した。

表3. アメダス気象観測所 滝川 1月観測値順位

要素名/順位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位	統計期間
日降水量 (mm)	24.6 (2022/1/14)	22 (2006/1/29)	21.0 (2011/1/17)	21 (1989/1/27)	19 (1980/1/28)	16 (1996/1/16)	17.8 (2022/1/13)	16 (1982/1/29)	16 (2006/1/10)	16 (1980/1/28)	1980/1 2022/1
日最大10分間降水量 (mm)	2.0 (2016/1/16)	1.8 (2014/1/26)	1.8 (2014/1/30)	1.8 (2010/1/16)	1.8 (2010/1/1)	1.8 (2002/1/23)	1.0 (2022/1/14)	1.0 (2022/1/13)	1.0 (2022/1/4)	1.0 (2022/1/2)	2020/1 2022/1
日最大1時間降水量 (mm)	6 (1981/1/28)	4.5 (2018/1/16)	4.5 (2009/1/23)	4.0 (2010/1/7)	4 (2004/1/13)	4 (2001/1/29)	4 (1999/1/28)	4 (1996/1/3)	4 (1992/1/17)	4 (1992/1/8)	1980/1 2022/1
月降水量の多い方から (mm)	128 (1996/1)	117 (1996/1)	116 (1996/1)	101 (2006/1)	97 (1996/1)	96 (1994/1)	90 (2022/1)	88 (1999/1)	88 (1992/1)	82 (1987/1)	1980/1 2022/1
月降水量の少ない方から (mm)	19.8 (1977/1/29)	26.6 (1986/1/24)	26.6 (2000/1/19)	26.6 (1986/1/28)	21.0 (1977/1/21)	26.0 (1990/1/28)	26.0 (1996/1/24)	26.0 (1981/1/28)	44.0 (1977/1/14)	46 (1986/1/6)	1980/1 2022/1
日最高気温の高い方から (℃)	4.4 (1996/1/1/16)	4.7 (2016/1/27)	4.7 (1990/1/30)	4.7 (1990/1/30)	4.7 (1990/1/30)	4.7 (1990/1/30)	4.7 (1990/1/30)	4.7 (1990/1/30)	4.7 (1990/1/30)	4.7 (1990/1/30)	1977/1 2022/1
日最高気温の低い方から (℃)	-16.9 (1979/1/21)	-12.8 (1979/1/12)	-12.6 (1990/1/27)	-12.6 (1990/1/27)	-12.6 (1990/1/27)	-12.6 (1990/1/27)	-12.6 (1990/1/27)	-12.6 (1990/1/27)	-12.6 (1990/1/27)	-12.6 (1990/1/27)	1977/1 2022/1
日最低気温の高い方から (℃)	0.1 (1993/1/7/17)	-0.9 (2022/1/20)	-1.0 (1991/1/20)	-1.0 (1991/1/20)	-1.0 (1991/1/20)	-1.0 (1991/1/20)	-1.0 (1991/1/20)	-1.0 (1991/1/20)	-1.0 (1991/1/20)	-1.0 (1991/1/20)	1977/1 2022/1
日最低気温の低い方から (℃)	-27.2 (1977/1/29)	-24.8 (1986/1/24)	-24.8 (2000/1/19)	-24.8 (1986/1/28)	-24.8 (1977/1/21)	-24.8 (1990/1/28)	-24.8 (1996/1/24)	-24.8 (1981/1/28)	-24.8 (1977/1/14)	-24.8 (1986/1/6)	1977/1 2022/1
月平均気温の高い方から (℃)	-4.6 (2002/1)	-4.6 (1991/1)	-4.7 (2007/1)	-4.9 (2010/1)	-6.0 (2016/1)	-6.0 (1993/1)	-6.1 (1999/1)	-6.3 (2016/1)	-6.8 (1996/1)	-6.9 (1992/1)	1977/1 2022/1
月平均気温の低い方から (℃)	-11.7 (1986/1)	-11.8 (1977/1)	-10.1 (2001/1)	-9.8 (1981/1)	-9.8 (1990/1)	-9.8 (1996/1)	-9.8 (2012/1)	-9.7 (2012/1)	-9.7 (1984/1)	-9.7 (1976/1)	1977/1 2022/1
日最大風速・風向 (m/s)	16 南南西 (2003/1/28)	16.7 南南西 (2018/1/30)	16 北 (2007/1/7)	16 南南西 (1987/1/17)	16 南 (1986/1/18)	14 南南西 (2006/1/30)	13.7 北 (2010/1/8)	13 南南西 (2002/1/29)	13 南 (1996/1/30)	13 南南西 (1990/1/10)	1977/1 2022/1
日最大瞬間風速・風向 (m/s)	22.4 南 (2019/1/20)	19.5 南 (2014/1/1)	18.9 南南西 (2019/1/16)	18.8 南 (2002/1/16)	18.4 南南西 (2019/1/2)	16.1 北 (2010/1/8)	16.0 南南西 (2019/1/17)	17.8 南南西 (2019/1/1)	17.7 南 (2017/1/29)	17.8 南南西 (2016/1/10)	2020/1 2022/1
月間日照時間の多い方から (時間)	89.7 (2022/1)	///	///	///	///	///	///	///	///	///	2022/1 2022/1
月間日照時間の少ない方から (時間)	89.7 (2022/1)	///	///	///	///	///	///	///	///	///	2022/1 2022/1
積雪量合計 (cm)	43 (2011/1/17)	42 (2022/1/14)	38 (2011/1/29)	38 (2016/1/7)	38 (2010/1/14)	36 (2010/1/29)	33 (2006/1/19)	33 (2002/1/10)	33 (1988/1/14)	32 (2010/1/1)	1980/1 2022/1
積雪量 (cm)	187 (1996/1)	158 (1996/1)	154 (1987/1)	128 (2010/1)	118 (1994/1)	116 (1992/1)	116 (1996/1)	116 (1999/1)	114 (2006/1)	113 (2011/1)	1980/1 2022/1
月最深積雪 (cm)	187 (2022/1/16)	158 (2018/1/31)	154 (1996/1/16)	128 (1994/1/19)	118 (2010/1/31)	116 (2010/1/29)	116 (1999/1/28)	116 (1996/1/16)	114 (2006/1/31)	113 (2011/1/31)	1980/1 2022/1

1月15日の積雪最深値137cm。
1983年の統計開始より1月の順位1位を記録(更新)

表4. アメダス気象観測所 滝川 年間を通じての観測値順位

要素名/順位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位	統計期間
日降水量 (mm)	196 (1981/8/4)	171.0 (2018/8/20)	152 (1981/8/3)	128.0 (2011/8/2)	107 (1982/8/25)	107 (1988/8/28)	104.5 (2015/8/17)	103 (1994/8/12)	97.5 (2011/8/14)	97 (2009/8/2)	1976/4 2022/1
日最大10分間降水量 (mm)	16.0 (2018/8/1)	14.0 (2021/8/23)	13.5 (2021/8/4)	13.5 (2013/8/18)	12.0 (2012/8/11)	11.0 (2011/8/14)	11.0 (2006/8/23)	11.0 (2016/8/17)	10.5 (2010/8/24)	10.5 (2018/8/18)	2006/9 2022/1
日最大1時間降水量 (mm)	54.0 (2010/8/24)	53 (1978/7/25)	41.5 (2011/8/14)	39.5 (2019/8/1)	35.0 (2012/8/11)	35 (1981/8/4)	33.0 (2018/8/20)	31.0 (2021/8/4)	31.0 (2011/8/2)	31 (2000/7/15)	1976/4 2022/1
月降水量の多い方から (mm)	586 (1981/8)	384.5 (2018/8)	348 (2000/7)	319.5 (2011/8)	305 (1992/8)	302.5 (2018/8)	301 (2001/8)	290 (1988/8)	285 (2000/8)	278 (1978/10)	1976/4 2021/12
月降水量の少ない方から (mm)	13.5 (2017/8)	15.0 (2021/7)	15 (2002/8)	17 (1987/4)	18 (1984/4)	19 (1985/2)	19.5 (2017/1)	19.5 (2014/2)	19.5 (2008/3)	18.5 (1985/8)	1976/4 2021/12
年降水量の多い方から (mm)	1641 (1981)	1589 (2000)	1398 (2001)	1388.0 (2011)	1355 (1986)	1349 (1994)	1334 (1962)	1314 (1996)	1311.5 (2016)	1272 (1998)	1976年 2021年
年降水量の少ない方から (mm)	836.5 (2006)	844 (1983)	894 (2007)	896 (2003)	844.0 (2014)	855.0 (2020)	858 (1963)	887 (2006)	1042.5 (2018)	1048.0 (2006)	1976年 2021年
日最高気温の高い方から (℃)	38.0 (2021/7/28)	36.5 (2021/8/8)	35.4 (1994/8/10)	34.9 (2021/7/18)	34.8 (1988/8/5)	34.8 (2021/8/7)	34.7 (2021/7/31)	34.5 (2021/7/27)	34.1 (2014/8/4)	34.1 (1989/8/8)	1976/4 2022/1
日最高気温の低い方から (℃)	-15.0 (1976/1/29)	-14.5 (1982/1/21)	-14.0 (1982/2/5)	-13.8 (1982/2/5)	-13.7 (1982/2/5)	-13.6 (1982/2/5)	-13.4 (1982/2/5)	-13.3 (1982/2/5)	-12.7 (1988/1/21)	-12.7 (1982/2/5)	1976/4 2022/1
日最低気温の高い方から (℃)	23.8 (2019/7/30)	23.0 (1984/8/18)	22.9 (2021/8/30)	22.9 (2021/8/30)	22.9 (2021/8/30)	22.9 (2021/8/30)	22.9 (2021/8/30)	22.9 (2021/8/30)	22.9 (2021/8/30)	22.9 (2021/8/30)	1976/4 2022/1
日最低気温の低い方から (℃)	-27.2 (1977/1/29)	-25.8 (1982/2/6)	-25.5 (2014/2/8)	-25.5 (2014/2/8)	-25.5 (2014/2/8)	-25.5 (2014/2/8)	-25.5 (2014/2/8)	-25.5 (2014/2/8)	-25.5 (2014/2/8)	-25.5 (2014/2/8)	1976/4 2022/1
月平均気温の高い方から (℃)	23.2 (2010/8)	22.2 (2000/8)	22.1 (2011/8)	22.1 (2011/8)	22.1 (2011/8)	22.1 (2011/8)	22.1 (2011/8)	22.1 (2011/8)	22.1 (2011/8)	22.1 (2011/8)	1976/4 2021/12
月平均気温の低い方から (℃)	-11.8 (1978/2)	-9.4 (1980/2)	-9.3 (1986/1)	-9.3 (1986/1)	-9.3 (1986/1)	-9.3 (1986/1)	-9.3 (1986/1)	-9.3 (1986/1)	-9.3 (1986/1)	-9.3 (1986/1)	1976/4 2021/12
年平均気温の高い方から (℃)	8.1 (1990)	7.4 (2007)	7.4 (2004)	7.4 (2004)	7.4 (2004)	7.4 (2004)	7.4 (2004)	7.4 (2004)	7.4 (2004)	7.4 (2004)	1976年 2021年
年平均気温の低い方から (℃)	5.8 (1981)	5.7 (1988)	5.9 (2001)	5.9 (1984)	5.9 (1983)	5.9 (1980)	6.0 (1994)	6.0 (1978)	6.2 (1985)	6.4 (2003)	1976年 2021年
日最大風速・風向 (m/s)	20 南 (1987/8/1)	19 南南西 (2004/8/8)	18.1 西南西 (2015/10/2)	18 南南西 (1987/4/22)	18 南 (1980/12/4)	16.3 南西 (2010/3/21)	16 南南西 (2003/1/28)	16 南 (1988/12/18)	16 南 (1981/8/23)	15.7 南西 (2013/1/3)	1976/4 2022/1
日最大瞬間風速・風向 (m/s)	28.8 西南西 (2015/10/2)	25.4 南西 (2010/3/21)	24.7 南南西 (2017/11/1)	24.6 西 (2016/10/20)	24.4 南南東 (2018/9/5)	24.4 南南西 (2017/12/25)	24.1 東 (2017/8/18)	23.0 東 (2016/8/30)	23.0 南南西 (2009/3/14)	22.4 西 (2013/1/30)	2006/9 2022/1
月間日照時間の多い方から (時間)	255.1 (2021/8)	245.7 (2021/7)	206.4 (2021/8)	199.1 (2021/4)	181.5 (2021/8)	152.8 (2021/3)	129.7 (2021/10)	126.1 (2021/5)	81.2 (2021/1)	61.5 (2021/12)	2021/3 2021/12
月間日照時間の少ない方から (時間)	81.5 (2021/12)	81.2 (2021/11)	126.1 (2021/3)	129.7 (2021/10)	181.5 (2021/8)	199.1 (2021/4)	208.4 (2021/9)	245.7 (2021/7)	255.1 (2021/8)	///	2021/3 2021/12
年間日照時間の多い方から (時間)	1838.1 (2021)	///	///	///	///	///	///	///	///	///	2021年 2021年
年間日照時間の少ない方から (時間)	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	2021年 2021年
積雪量合計 (cm)	85 (1994/12/4)	48 (2013/12/7)	48 (2002/11/14)	47 (1985/11/30)	45 (1991/11/11)	44 (2000/3/9)	43 (2011/1/17)	43 (1961/3/1)	42 (2022/1/14)	41 (2011/12/26)	1982/11 2022/1
積雪量 (cm)	510 (1988/12)	334 (1996/1)	330 (1988/1)	311 (1994/12)	308 (1987/12)	301 (1987/1)	300 (2010/1)	293 (1996/12)	282 (1982/12)	281 (1988/2)	1982/11 2021/12
積雪量年平均合計 (cm)	1249 (1992)	1238 (1988)	1183 (1988)	1100 (1987)	1095 (1987)	1077 (1984)	1071 (2006)	1058 (1996)	999 (1988)	968 (1988)	1982/11 2021/12
月最深積雪 (cm)	187 (2018/2/20)	158 (2018/3/2)	148 (1998/3/3)	145 (2014/3/9)	144 (2001/2/17)	142 (1999/2/8)	141 (2013/3/10)	140 (2005/3/2)	138 (2005/2/25)	137 (2008/2/18)	1982/11 2021/12

1月15日の積雪最深値137cmは1982年の統計開始より、年間を通じた観測値でも2006年2月19日と同値の順位10位の記録となっている。

ウ 「まもるSUN」耐久性等の確認

1月27日に「まもるSUN」タイプ①本体への積雪による影響の有無を確認した。埋雪されていた4面の除雪を行い、フレーム及び壁面アクリル板の損傷の有無を目視により確認したところ、「まもるSUN」への積雪による影響は皆無であった。学校敷地屋外で確認した「まもるSUN」タイプ②も同様の結果となった。

プロトタイプ「まもるSUN」タイプ①積雪影響確認



エ 「まもるSUN」耐久性等の検証

前述のとおり、冬期間は滝川市で記録的な積雪量となったものの、「まもるSUN」への積雪による影響は皆無であったことから、耐久性は十分であることが確認できた。

一方、「まもるSUN」タイプ①設置後の現地調査時に、壁面内部の亚克力板に結露が発生しているのを確認した。空気には一定程度の水蒸気が含まれており、温度が低下すると空気中の水分が水滴となって現れるのが結露現象である。

「まもるSUN」タイプ①内部への結露発生は、接合部の隙間等がなく機密性が高い証明でもあるが、内部の湿度が高く、空気も対流しやすい環境になっていると考えられる。WATARASは水密性の高いシステムであるが、基盤など精密機器を有することから、結露に起因する動作不良等が発生する懸念がある。

以上のことから、令和4年度のプロジェクトにおいては、通気孔等の換気機能の付与を検討する必要があると考えられる。また、壁面に使用した亚克力板の耐用年数は、一般的に3～5年であることから、その他の耐候性素材の検討も必要になる。



(2) プロトタイプ「PSF」越冬試験（令和4年度）

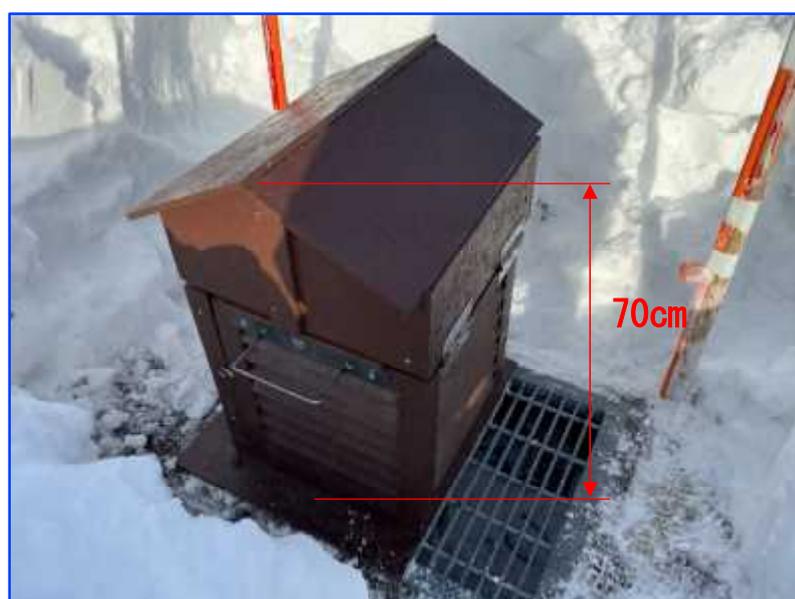
2年目の電子機械科の課題研究班が製作したプロトタイプ「PSF」を、モデル地区圃場に設置し越冬試験を開始した。

ただし、プロトタイプ「PSF」は開発に時間を要し、ほ場への設置が令和5年1月27日となってしまったことから、短期間での耐久性等の検証となった（継続調査中）。

ア 「PSF」の設置

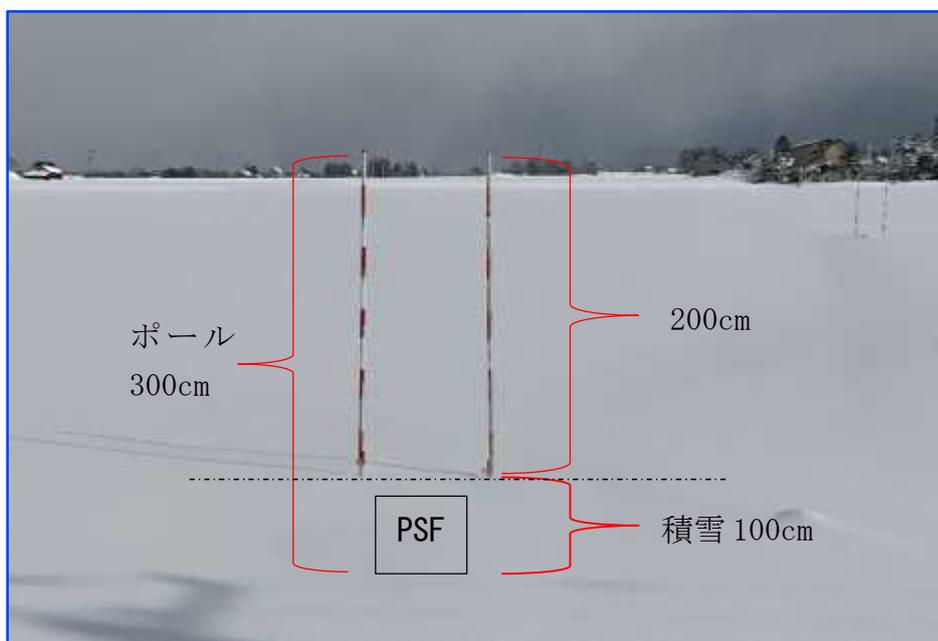
「PSF」の土台及び本体を、1月27日に設置した。

防護施設プロトタイプ「PSF」ほ場設置



イ 「PSF」の耐久性等の確認

1月31日時点での「PSF」の状況を確認したところ、27日の設置から5日間程度であったが、積雪深は約100cmとなっており「PSF」は埋雪状態だった。



ウ 「PSF」の耐久性等の検証

2月8日に、ほ場に設置した「PSF」本体への積雪による影響の有無を確認したところ、「PSF」本体内部への雪の付着は確認されなかった。

また、前年度の課題であった結露等も確認されなかったことから、壁面の鎧戸構造は十分に機能が発揮されていると評価できる。

一方、設置した「PSF」は木製であり、長期使用に耐えられるものとするため、今後は耐候性素材の検討が必要である。

また、「PSF」は小型であることが特徴であるが、埋雪状態においても位置を特定するため、ポール等での設置位置の目印も必要になると考えられる。



I-4 自動給水栓防護施設プロトタイプに係る考察

本プロジェクトを通じて、工業高校電子機械科生徒の協力を得て、WATARASの防護施設プロトタイプが完成した。

本プロトタイプは十分な耐久性を有し、日頃のWATARAS管理面においても支障なく活用できるものであることから、長期的使用の観点からの素材の検討、量産化を目指した規格の調整等を行う必要がある。

今後も工業高校と連携を図りながら、コンソーシアム構成機関とともに、今回開発した防護施設の製品化を目指すこととする。

なお、本プロジェクトの実施期間中に、新型のWATARASとしてフラット型が開発されたが、通信部分の強度に不安があることから、地域的な通信集約型を目指す本市としては、現行のWATARASの導入を進めていく方針とする。

II-1 園芸作物省力化機器の開発に向けた授業(ニーズ調査)の実施

園芸作物省力化機器の開発に向けて、工業高校電気科の生徒に対して、農業理解向上及び課題テーマ設定のニーズ調査として、次のとおり授業を実施した。

なお、2年間の取組みであることから、生徒に対する授業を時系列的に示す。

令和3年度

(1) 農業関係施設見学

- 開催月日：令和3年5月18日
- 場 所：北空知頭首工、西南揚水機場、6丁目排水機場、菜種蕎麦低温貯蔵倉庫（雪氷冷熱使用）
- 内 容：農業関係施設の見学
- 参加者：工業高校電気科生徒、コンソーシアム構成機関（計30名）



(2) 園芸作物省力化機器ニーズ調査

- 開催月日：令和3年9月24日
- 場 所：園芸作物生産者宅、JAたきかわ集出荷センター・菜の花館
- 内 容：園芸作物省力化機器ニーズ調査
- 参加者：工業高校電気科生徒、コンソーシアム構成機関（計24名）



令和3年度

(1) 農業関係施設見学

- 開催月日：令和4年5月31日
- 場 所：ばら調整集出荷施設・北の米蔵・菜種蕎麦低温貯蔵倉庫（雪氷冷熱使用）、
（地独）道総研花・野菜技術センター、空知土地改良区、
西南中央2地区工区、西南揚水機場、北空知頭首工
- 内 容：農業関係施設の見学
- 参 加 者：工業高校電気科生徒、コンソーシアム構成機関（計23名）



(2) 園芸作物省力化機器ニーズ調査

- 開催月日：令和4年6月28日
- 場 所：園芸作物生産者宅
- 内 容：園芸作物省力化機器ニーズ調査
- 参 加 者：工業高校電気科生徒、コンソーシアム構成機関（計19名）



(3) 園芸作物生産者との開発機器に係る意見交換

- 開催月日：令和4年11月8日
- 場 所：北海道滝川工業高等学校
- 内 容：省力化機器の開発状況報告
意見交換
- 参 加 者：工業高校電気科生徒、コンソーシアム構成機関（計11名）



II-2 園芸作物省力化機器の開発

2年間で複数の機器の開発となったことから、その結果を順に示す。

令和3年度

ニーズ調査の結果などを踏まえ、令和3年度の工業高校電気科3年生の課題研究班4班15名は、それぞれ次のテーマで園芸作物生産の省力化機器の開発を行った。

- ① 電動アシスト運搬車
- ② シール剥離アシスト装置
- ③ はかり測定値通知装置（デジタル式）
- ④ はかり測定値通知装置（アナログ式）

(1) 電動アシスト運搬車

ニーズ調査において、ハウスやほ場で生産される野菜を倉庫に運搬する運搬車には一定程度の力が必要であるため軽労化したいとの農業者からの意見を踏まえ、運搬車をモーターを用いてアシストする機器を開発した。

なお、本運搬車は、令和4年度の継続開発機器となった。

回路製作班の研究状況



車体製作班の研究状況



課題研究会での研究発表(完成)



(2) シール剥離アシスト装置

ニーズ調査において、直売所等へ出荷する野菜のラベル剥がしがスムーズにできると軽労化につながるとの農業者からの意見を踏まえ、シールを自動で剥がすアシスト機器を開発した。

制御班の研究状況



製作班の研究状況



課題研究会での研究発表(完成)



(3) はかり測定値通知装置（デジタル式・アナログ式）

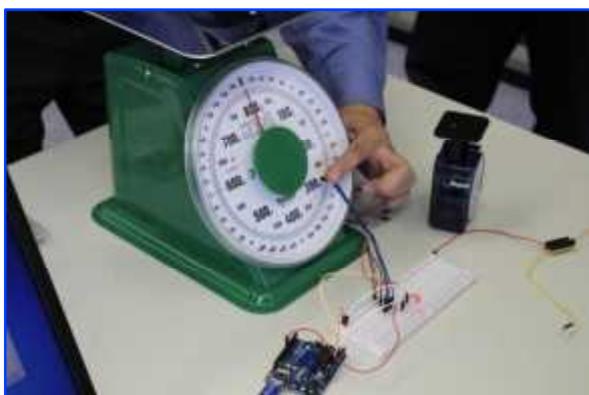
ニーズ調査において、直売所等へ出荷する野菜の重量を簡単に確認できると軽労化につながるとの農業者からの意見を踏まえ、はかりで一定の重さになった際に音や光で通知する装置を開発した。

アナログ式はかり測定値通知装置は、令和4年度継続開発機器となった。

デジタルはかり製作班の研究状況



アナログはかり製作班の研究状況



課題研究会での研究発表(完成)



令和4年度

令和3年度の取組やニーズ調査の結果などを踏まえ、令和4年度の工業高校電気科3年生の課題研究班3班9名は、それぞれ次のテーマで園芸作物生産の省力化機器の開発を行った。

- ① 電動アシスト運搬車（継続）
- ② 電動リニアアクチュエータ式リフトテーブル
- ③ はかり測定値通知装置（アナログ式）（継続）

（1）電動アシスト運搬車（継続）

ハウスやほ場で生産される野菜を倉庫に運搬する運搬車には一定程度の力が必要であるため軽労化したいとの農業者からの意見を踏まえ、令和3年度に開発した運搬車のバージョンアップに取り組んだ。

R3製作運搬車の解体



モータ内蔵ホイールの取付



バッテリー取付枠の製作



コントローラーケースの製作



主電源ケース製作とモータースイッチ配置



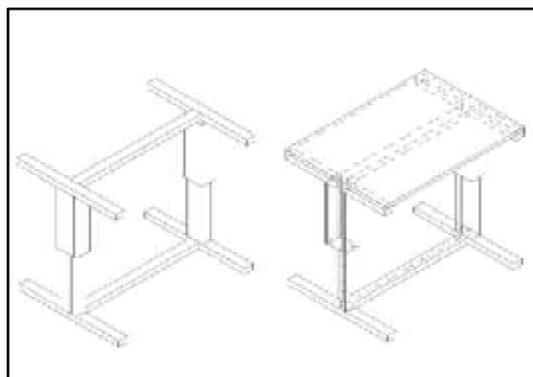
製作完成



(2) 電動リニアアクチュエータ式リフトテーブル

倉庫で収穫した農作物を梱包するにあたり、雇用する労働者の背丈が異なることから、現行の作業テーブルの高さを調整できれば、雇用者の負担軽減に繋がるとの農業者からの意見を踏まえ、高さを変えられる電動リニアアクチュエータ式リフトテーブルを開発した。

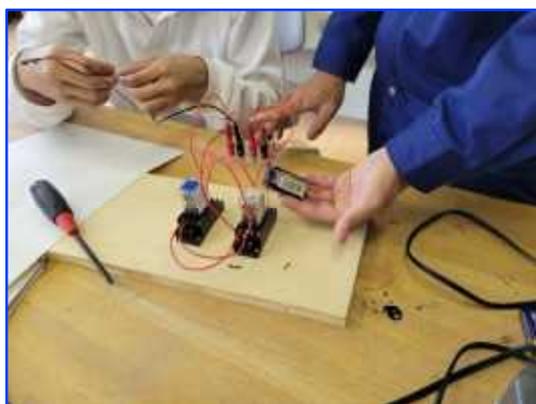
完成予定図



テーブル製作作業



制御回路製作



製作完成



課題研究会での研究発表



(3) アナログはかり用測定値通知装置（継続）

ニーズ調査において、直売所等へ出荷する野菜の重量を簡単に確認できると軽労化につながるとの農業者からの意見を踏まえ、令和3年度に開発した通知装置のバージョンアップに取り組んだ。

プログラミング



センサー部の改良



製作完成



II-3 園芸作物省力化機器開発の考察

高収益作物である園芸作物は、栽培管理から出荷まで非常に労力を要する作物であり、それぞれの課程での省力化・軽労化を図ることで、滝川市における水田複合経営の確立に大きく寄与することとなる。

工業高校の特色を生かし、モーターやマイコン制御を組み込んだ電子回路を使用した機器の開発につながったことから、農業をテーマとした工業高校の「ものづくり教育」の一助になったと考えられる。

特に、アナログ計量器用測定装置は、野菜の出荷現場のみならず、視覚や聴覚の障害者などの社会参加に寄与するものであると考えられることから、障害者福祉の分野での活用も期待できるところであり、北海道高校工業クラブ大会課題研究発表大会において、特に優れた発表に与えられるアイデア大賞を令和4年度に受賞した。

なお、令和4年度開発機器については、完成が年末となったため、その効果検証は令和5年度に実施することとした。

以上、本プロジェクトを通じて、工業高校電気科と連携した取組みを実施することで、学生の農業理解を深めることができたほか、農業をきっかけにさらに取組みが広がっていくことが示唆される結果となった。

令和4年度 電気科 課題研究

『アナログはかり用 測定値通知装置の研究』



班員

遠藤 飛翔
中川 ロージー
横山 水輝

指導教員

三浦 伸一
渡辺 大希

1. はじめに

昨年度より『滝川市スマート水田実証プロジェクト』に加わり、企業や研究機関等と産官学連携した取り組みを進めている。具体的には、水稲や園芸作物の生産性向上・省力化における問題点・課題を調査し、これまで学習してきた工業技術を基に、独創的・創造的な解決を目指している。

園芸作物は、栽培管理から出荷まで非常に労力を要するものであり、それぞれの過程で省力化・軽労化を図ることができれば、生産性の向上に大きく寄与することとなる。まずは、近隣の農家を訪問し、問題点や要望などの生産者の生の声を調査した。その中に「収穫野菜の計量が楽になれば…」という意見があった。

農家では、収穫した作物を出荷する際、指定重量ごとにまとめて袋詰め等の仕分けを行っている。一般に重量の測定には、アナログはかりが多く使われている。この場合、重量を確認するには目線を移動させて指針の位置を目視しなければならない。目の疲労が多くなると共に作業時間へも影響を与えている。もし、アナログはかりにおいて、音や光などで、測定重量を通知できたら、身体的な負担を軽減し、作業時間の短縮につながると考えられる。そして、作業効率の大幅な改善が見込まれる。

このような背景から、私たちはアナログはかり用の“測定値通知装置”の開発に着手した。その際に、現在使用している既存のアナログはかりに、特別な加工なしで手軽に取り付けられれば、農家の経済的負担も軽減できるため、汎用性のある“アタッチメント型”を目標とした。

2. 指針の位置を読み取る原理

アナログはかりでは、文字盤上を指針が移動して重さを指し示している。重量を読み取るためには、この指針の位置を検出しなければならない。また検出する際、物理的な接触を伴う方法では重量測定そのものに影響を与えてしまうため、非接触式による検出方法である必要がある。

文字盤と指針の違いとして上げられるのは色や位置（距離）である。色の違いは光の反射率の違いに起因しているため、文字盤と指針の間で反射率や距離の違いが測定できれば、指針の検出が可能だといえる。

3. 検出に適したセンサの調査

非接触方式で、反射率や距離を読み取るセンサとして、表に示すように「光」や「電波」、「音波」を利用して測定を行うものがある。

各センサの特徴を比較した場合、本研究に適したセンサとして、光学式に注目することができる。このセンサの特徴としては、まず、小型で検出速度が速く、精度も数ミリ程度と良い。これらに加えて、検出しにくい物質に「アクリル」や「ガラス」が含まれている点が最も重要である。アナログはかりにおいて、その指針を読み取るためには、表面のアクリルやガラス越しに測定しなければならない。この光学センサなら、アクリルやガラスの影響を受けずに、その奥にある指針を読み取ることができると考えられる。

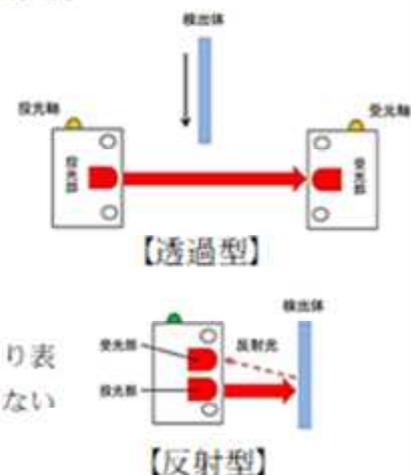
	光学(LiDAR)	ミリ波(RADAR)	超音波
測定距離 精度	○ 距離：レンズに依存 精度：数mm程度	◎ 距離：アンテナに依存 精度：0.1mm単位	△ 距離：トランスデューサに依存 精度：およそ10m程度まで
識別性能	◎ 小型でも識別が可能	○ 小型でも識別が可能	× ある程度の大きさがなければ測定不可
検出対応 速度	◎ 光速と同等の速度	◎ 測定している間、電波を飛ばしている	△ 超音波なので高速程度の速さ
導入コスト	○ 照射/受光用のレンズが別で必要	△ 電波法の認証を行う必要がある	◎ システムが無事で安価
小型/軽量化	○ 照射/受光用のレンズが必要	○ アンテナ小型化可、送受信用2つ必要	◎ トランスデューサのみで送受信が可能
測定可能 環境	○ 霧やホコリが舞うような環境測定が難しい	◎ 雨や雪や境界不良な天候でも計測可能	◎ 液体や気体、固体の中でも測定可能
検出しにくい 物質	○ アクリル・ガラス 光を透過、吸収する物質	○ プラスチック・衣服など 非金属物質	○ スポンジ・発泡材など 音を吸収する物質

また、この光学センサには、「透過型」と「反射型」の二種類がある。

透過型は、投光器から投光した光を受光器に受けるよう対向に設置し、検出体が光をささぎると受光器が受ける光量が減少する。投光型はこの減少量を検出する仕組みである。

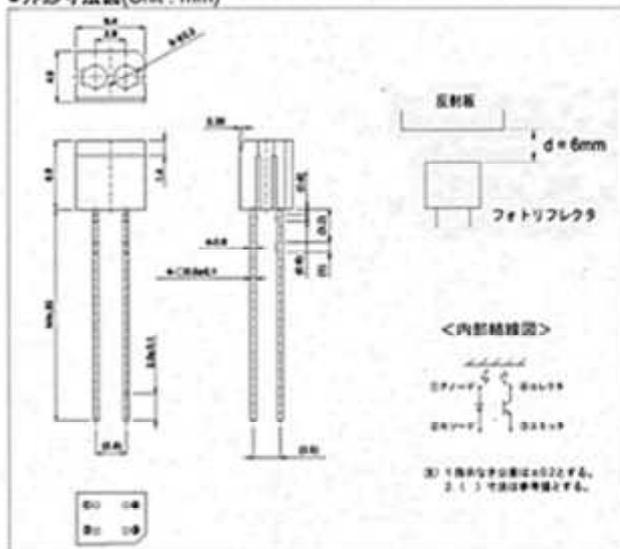
一方、反射型は、投光器と受光器が一体となっており、通常は、受光部に光が戻ってこない。検出体が光に当たると、検出体が光を反射して受光器が受ける光量が増加する。反射型はこの増加量を検出する仕組みである。

このように、透過型と反射型を比較した場合、本研究では、はかり表面のアクリルやガラスの内部にある指針を読み取らなければならないという点から「反射型」が適しているということが出来る。



4. 検出に適したセンサの選定と予備実験

●外形寸法図(Unit: mm)



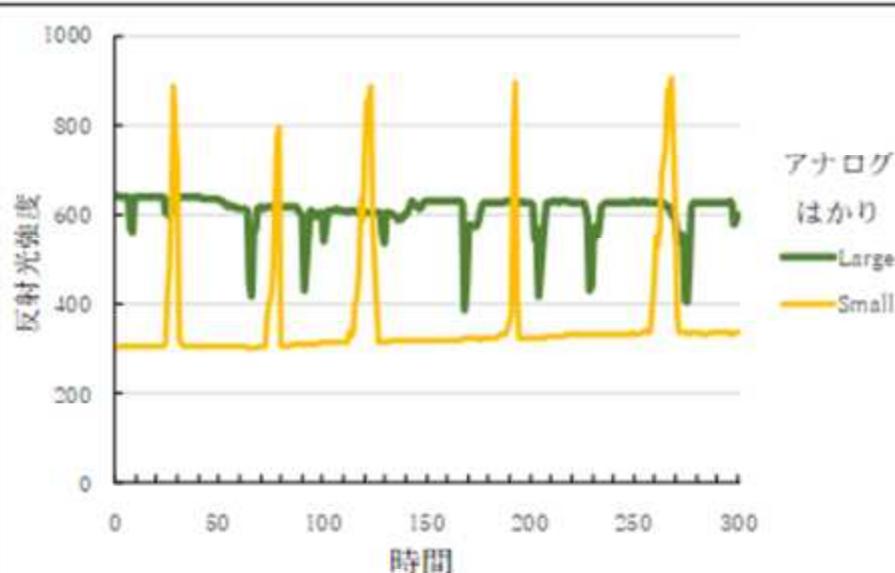
次に、反射型光学フォトセンサをいくつか比較して、本当に指針の読み取りが可能かどうか予備実験を行った。比較は、センサ単体もしくは制御回路と一体になっているもの、出力信号がデジタルもしくはアナログのものについて、指針による反射光強度への影響を測定した。その結果、センサ単体のPRP-220が、最も感度がよく指針の有無を検出した。



【反射型
フォトセンサ
: PRP-220】

PRP-220 を用いて測定した反射光強度の変化を「図1」に示す。はかりの大きさや形状によらず、指針がセンサの下を通過する際に、反射光強度が大きく変化している。

この結果により、本研究による検出方式で、指針の位置を読み取ることができると確信を得た。



「図1」指針の動きによる反射光強度への影響

5. 試作機の製作

① プログラム … センサやLED、スピーカの制御にはArduinoを用いた。プログラミングで考慮した点は、強度に大きな変化が生じたことを読み取るように工夫した。

② センサ取付部 … センサをはかりの表面に取り付ける仕組みを考え製作を行った。センサを埋め込んだアルミの部材に、加工したクリップをねじ止めした。はかりに取り付ける際、触れる部分にはゴムを貼り付け、滑らないように工夫してある。



③ 組み立て … マイコンや制御基板、LEDを配置し、配線を行った。ケースの後ろに、電池ボックスを取り付け、電池交換がしやすいようにしている。



6. 試用テスト

試作機の完成後、農家さんに実際に使ってもらい、試用テストを行った。これにより、試作機の問題点や改良点を明確にすることができた。

具体的には、作業場所の明るさに影響を受けたり、指針の速い動きを読み取れないという問題点や通知重量の設定が簡単にできないかという要望である。

これらに対し、センサの感度や反応速度の改善、センサ部の取付方法の見直しを進めることにした。



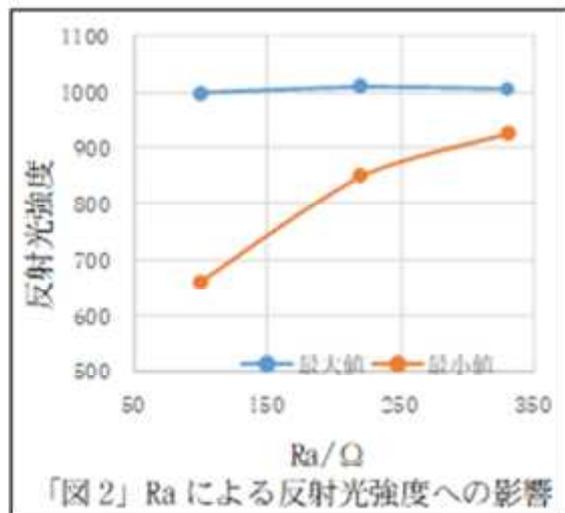
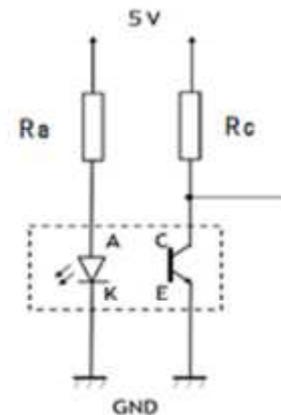
7. センサの感度の改良

感度の改良に向けて、センサ発光部の抵抗 R_a と受光部の抵抗 R_c の最適化を行った。

① R_a の最適化

まず、 R_a を変化させたときの反射光強度の変化量について最大値と最小値を比較した「図2」。最大値は、指針を検出していないときの反射光強度を示し、最小値は指針検出時を示している。

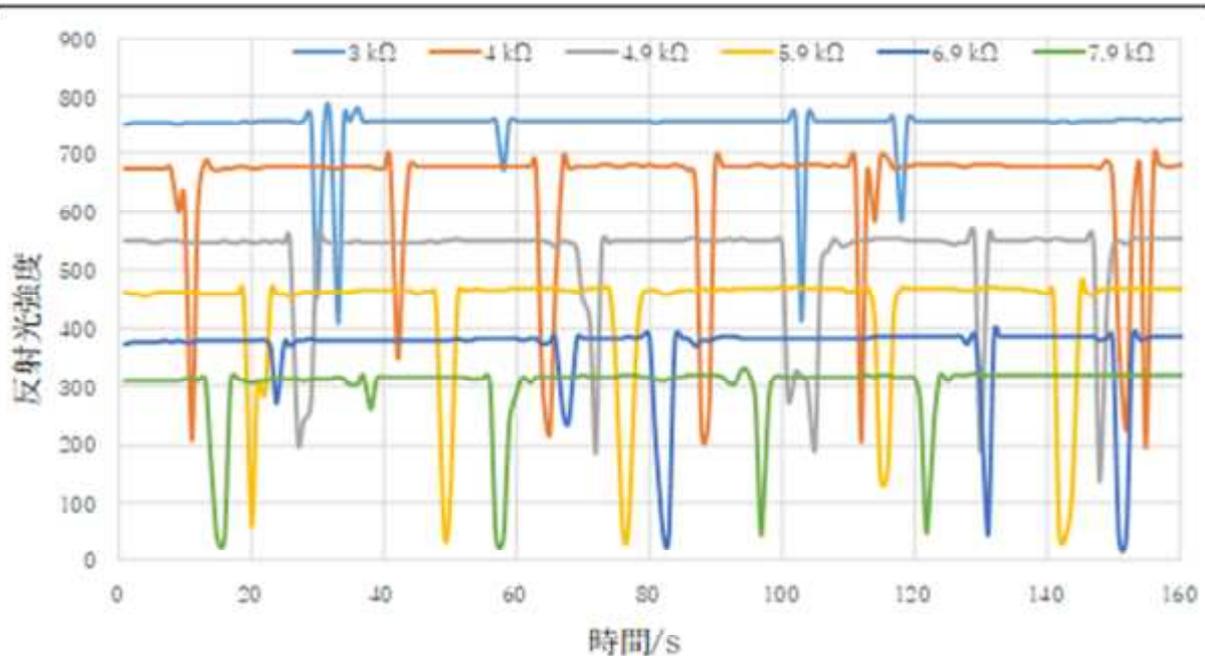
R_a の値により、変化量に違いがあることが分かる。この結果から、より変化量の多い 100Ω が R_a として適しているといえる。



② R_c の最適化

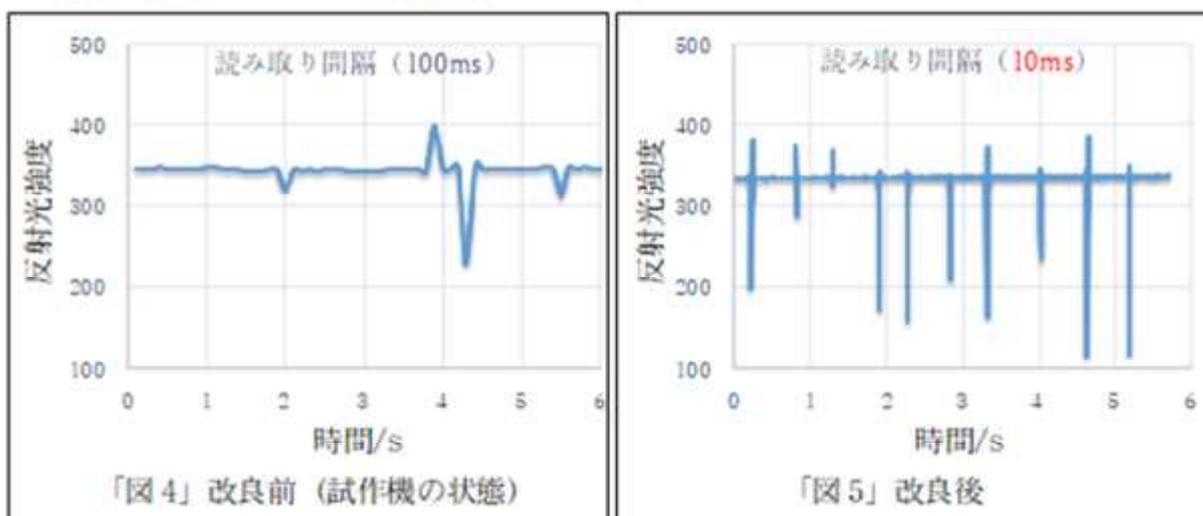
R_c についても、その値を変えて反射光強度の変化を測定した「図3」。 R_c の抵抗値が大きくなるにつれて、ベースラインが下がっていくことが分かる。

指針の検出時、反射光強度の変化は、はかりの違いによって、減少するものと増加するものがあった。この両方に対応するために、結果の中から、ベースラインが真ん中で、変化量の多い $5.9\text{k}\Omega$ を R_c として選択することにした。



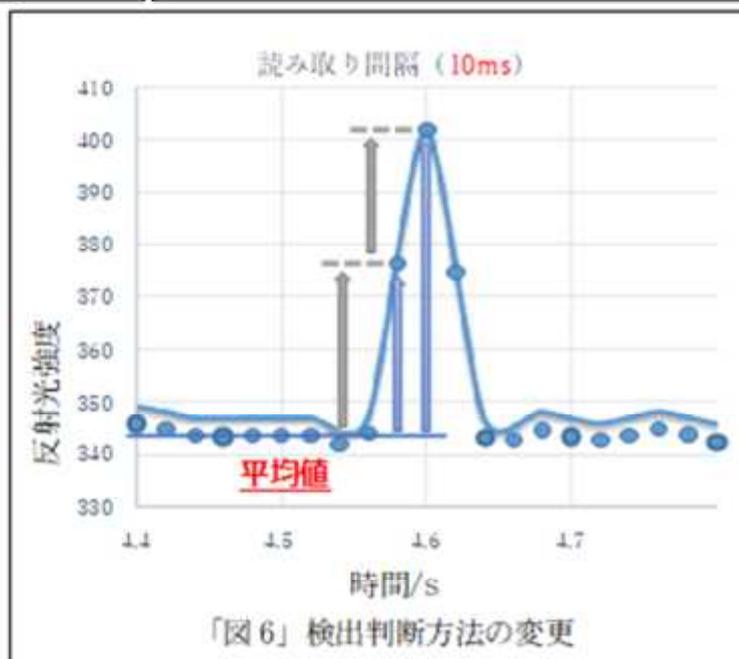
8. 反応速度の改良

試作機の場合、指針の動きが遅いときはきちんと検出できているが、指針の動きが速くなると正しい検出ができていなかった「図4」。この対策として、まずプログラムを改良し、センサ値の読み取り間隔を100[ms]から10[ms]に短くした。すると「図5」のように、指針の速い動きも検出することができ精度が向上している。



しかしながら、読み取り間隔を短くすると反射光強度の変化量自体も少なくなるため、指針による変化だと判断できなくなる可能性が出てくる。

そこで、プログラム中での検出判断方法を、10個前までのデータの平均値を計算し、その値と変化量を比較して、指針の有無を判断するように改良を行った「図6」。



9. 改良型の製作

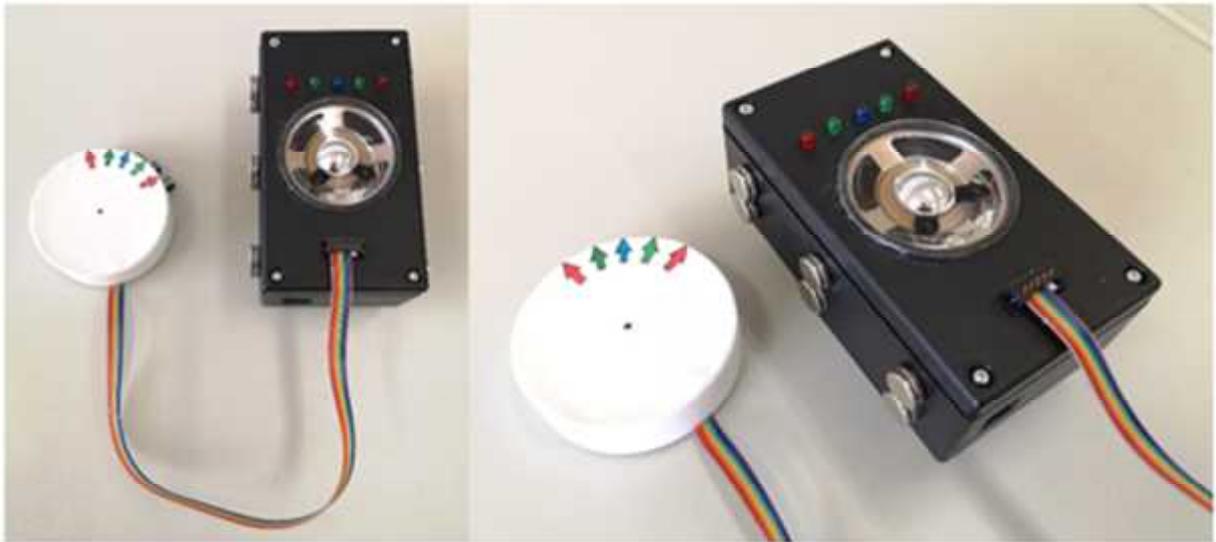
① 本体の改良

本体を小型化し、はかりの両側面に磁石で取り付けられるように改良した。使用環境を考えて、スピーカは防水型を使用している。パソコンに接続もできるので、プログラム変更などのメンテナンス性も向上している。



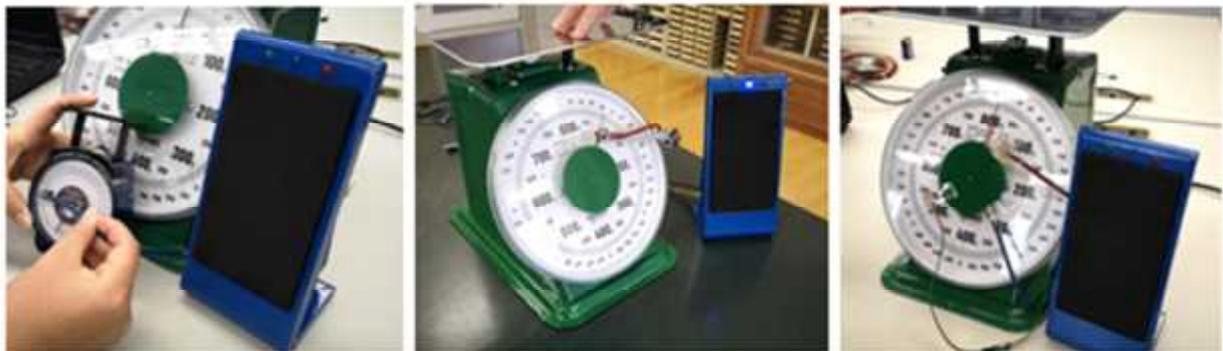
② センサ部の改良

重量設定をもっと簡単にという要望に応えるため、ダイヤル式のセンサ部の製作を試みた。はかりの文字盤中央にセンサを集約し、それを回転させて、値設定ができないか、試行錯誤を繰り返した。その結果、アクリル板表面に軸となるネジを両面テープで固定して、中心に穴をあけたセンサ集約部を軸に通したところ、強度および回転性も十分だったので、この方法を採用した。



10. 成果

- ・ 反射型フォトセンサを使って、反射率の変化から、はかりの指針の有無を検出することに成功した。
- ・ はかりに、センサを取り付けて、指針が目標値に達したことを検出して、LEDの光とスピーカからの音で、通知することに成功した。
- ・ 大きさや形状の異なるはかりでも、測定値の通知が可能であることから、この通知装置には汎用性があることを確認した。
- ・ 制御回路の最適化やプログラミングの改良により、読み取りの精度や反応速度が格段に上がった。



1.1. 今後の予定・改善点

- ・LEDの点灯方法をレベルメータのように変更することで、より視認性が向上すると考えられる。
- ・目や耳の不自由な方が利用できるよう“振動”による通知方法も取り入れて、障害者福祉の分野に応用・実用化できないか検討したい。
- ・試用テストを繰り返し、さらに改良していきたい。そして、いずれは商品化を目指したい。



1.2. 感想

【遠藤】 物理班を担当し、コンパクトにするのに基板が収まらなかったりして何度も作り直し、時間がかかって苦勞しました。

いろいろな案を考えても、実現できなかったことがたくさんあり、物を作る大変さを知ることができました。

就職先でも製品を作る仕事なので、この経験を大切に、今度に活かしたいです。

【中川】 物理班を担当し、センサをはかりにどのように取り付けるか、すごく苦戦しましたが、メンバーとアイディアを出し合い、今の形になりました。

基板を何回も作り直したので、最初は時間がかかりましたが、少しずつ早くなり、成長を感じることもできました。

メンバーと協力し、一つの目標を達成する大切さを学び、協調性の向上にも繋がったと思います。

【横山】 プログラム班を担当して、何度もトライ&エラーで変更を繰り返し、その度に振り出しに戻り、なんとか現在の改良型を作ることができました。まだまだ改善点はあるので、完全に完成するには遠いですが、かなり進歩したと思います。

この研究では、挑戦し諦めない大切さを再度学べたと思います。そして、プログラミングの楽しさも知ることができました。



『探究チャレンジ空知』



『北海道高等学校工業クラブ大会』

第4節 アウトリーチ活動

本プロジェクトの実施にあたり、滝川市のみならず、広く実証試験の内容や検証結果を周知するために、次のとおりアウトリーチ活動を行った。

(1) 北海道農政部農産振興課（水田班）空知管内現地調査受入

- 開催月日：令和3年7月30日
- 場 所：スマート水田実証プロジェクトモデル地域
- 内 容：滝川市スマート水田実証プロジェクトについて（図73）
ほ場水管理システムWATARASについて
ほ場水管理システムWATARASデモンストレーション
- 参加者：北海道農政部農産振興課（水田班）、
コンソーシアム構成機関（計15名）

滝川市スマート水田実証プロジェクト概要

【目 的】 水稲生産の省力化に向けた自動給水機の実証試験
【実施主体】 滝川市スマート水田実証コンソーシアム

設 立： 令和3年6月11日
構 成： 現住～滝川市 農業振興課 農政課長
 副課長～空知土地改良区 技術課 課長(田沼昭博)
事 務 局： 滝川市 空知土地改良区、たきこけ農業協同組合
構成団体： 滝川市農業センター、滝川市農業センター、セイカム機、
 1-財)北海道農業近代化技術センター、
 北海道滝川工業高等学校、試験協力生産者(6名)

【実施期間】 令和3年度～令和4年度(2年)

【事業概要】
 ○(財)北海道市町村振興協会の依頼の調査・実証プロジェクト推進事業補助金を活用。
 ○本プロジェクトの実施にあたっては、農業関係機関をはじめ、自動給水機メーカーや教育機関などの各関係機関によるコンソーシアムを設立。
 ○本事業により水稲生産者への普及に向けた実証試験を実施。

【事業内容】
 ①たきかわほ場水管理システム構築に向けた実証試験
 ○実証試験モデル地域の全水田に自動給水機を設置し、水田見回り作業の効率向上を確認する。
 【センサーによる稼働状況及び検証】
 ○モデル地域における自動給水機の稼働状況を把握し、必要な用水量や貯水量を把握することで、灌水機場の出力調整による電気量の削減効果を確認する。
 【灌水機稼働方法（田畦数割増方法）の調査及び検証】
 ②教育機関と連携した自動給水機防凍施設の効果検証実証試験
 ○冬期間の保管場所が課題となる自動給水機を現場に設置したまま越冬できるように、滝川工業高等学校の連携研究として防凍施設を開発し、越冬時の影響を調査する。
 【防凍施設プロトタイプの実証試験の効果検証】
 ○その他、防凍施設への新たな検証追加や水稲生産の維持に向けた機器の開発等を、学生と連携しながら検討する。
 【防凍施設の普及促進計画及びその影響調査の検討】

本事業の実施により・・・
 ○今後の土地改良事業と一体となった自動給水機の普及方法を検討する。
 ○農業と工業の「ものづくり」という観点でのさらなる滝川工業高等学校との連携強化を促進する。
 ○水稲の省力化生産を推進することで、農業所得をさらに向上させる方法を検討する。

農業を核とした 地域産業の振興

図 73. プロジェクト概要説明資料

(2) 国立研究開発法人寒地土木研究所視察受入

- 開催月日：令和3年7月30日
- 場 所：空知土地改良区 2階 会議室、モデル地域ほ場、東陽17丁目揚水機場
- 内 容：滝川市スマート水田実証プロジェクトについて
ほ場水管理システムWATARASについて
- 参加者：寒地土木研究所、コンソーシアム構成機関（計7名）

(3) 空知スマートアグリシンポジウム 取組事例紹介

- 開催月日：令和3年12月8日
- 主催：空知スマート農業推進室（北海道空知総合振興局農務課）
- 場所：岩見沢市民会館・文化センター「まなみーる」
- 内容：滝川市スマート水田実証プロジェクトについて（図74・図75）

スマート農業の情報提供や事例紹介により、スマート農業の普及促進を目的としたイベントです

空知スマートアグリシンポジウム2021

地域で進めるスマート農業 ～空知における水田水管理の省力化を考える～

時間：午後1時～(入退室自由)
 場所：「まなみーる」岩見沢市民会館・文化センター

12/8
(水)

※新型コロナウイルス感染症対策のため、会場への一般参加は空知管内の居住者に限定させていただきます。また、人数の調整や会場の変更をさせていただく場合があります。※研修会の内容については、web上で配信を行いますので、遠方在住の方は動画をご視聴いただけると幸いです。

主催：空知総合振興局、一般社団法人 日本農業情報システム協会、株式会社インターネットイニシアティブ

プログラム

<p>13:00～【開会挨拶/来賓挨拶】(5分) 空知スマート農業推進室</p> <p>13:05～【基調講演】水管理に関するスマート農業の最新の動向(30分) 株式会社インターネットイニシアティブ IoTビジネス事業部 副事業部長 齋藤 浩</p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">13:35～【スマート農業取組み紹介①】たさかわ灌漑水管理システムの構築に向けて(20分) 滝川市 農政課 主任 高橋 秀治 様</p> <p>13:55～【スマート農業取組み紹介②】美瑛市のスマート農業検証事業と今後の展開(20分) 美瑛市 経済部農政課農務係 係長 興 健 様</p> <p>14:15～【スマート農業取組み紹介③】高品質・良食味米生産を目指すスマート農業(20分) 新十津川町 産業振興課 副主任 政所 正人 様 新十津川町 産業振興課事務主任 渡辺 恵介 様</p> <p>14:35～ 展示ブースの紹介(5分)</p>	<p>【参加費用】 無料</p> <p>マスク着用・手指消毒等にご協力下さい</p> <p>当日の体温が37.5℃以上や咳・倦怠感など、コロナの症状を疑われる方は参加をご遠慮下さい</p>
14:40-15:10 休憩 兼 展示ブース見学	
<p>15:10～16:30【パネルディスカッション】 地域で進めるスマート農業 ～空知における水田水管理の省力化を考える～(80分)</p> <p>パネリスト 静岡県：生駒様、原様 ● 岩見沢市：道下様 ● 滝川市：山本様 ● 宮城県登米市：武山様 ● 新十津川町：白石様 ● 美瑛市：渡邊様 ● ●マークは生産者様です</p>	<p>まなみーるには駐車場が約100台ございますが、満車の場合は近隣のパーキングをご利用願います</p>

■ テーマ：地域で進めるスマート農業 ～水田水管理の省力化を考える～
これからの水田水管理のスマート化についてディスカッション！



視聴方法

Youtubeで配信予定

Web配信あり

【出展ブース】会場には、企業による先端のスマート農業機材の展示があります。
 <出展企業名>株式会社インターネットイニシアティブ・株式会社 芙蓉和 ほか <展示品の例>:水田センサー、自動給水弁など

【お問合せ】空知スマートアグリシンポジウム事務局 ☎0126-35-7100（北海道空知総合振興局農務課）
 【動画配信URL】https://www.youtube.com/watch?v=havkg9zZ_Fg

図 74. 空知スマートアグリシンポジウム 2021 パンフレット

空知スマートアグリシンポジウム2021

滝川市スマート水田実証プロジェクトについて

滝川市スマート水田実証コンソーシアム
事務局
滝川市 産業振興部 農政課 主査 高嶋 秀治

空知スマートアグリシンポジウム2021

スマート水田実証プロジェクト 概要

【事業概要】
○基幹作物である水稲生産の省力化等に向けた実証試験を、令和3年度～令和4年度の2カ年計画で実施
○事業の実施にあたっては、公益財団法人北海道市町村振興協会「先駆的調査・実証プロジェクト推進事業」を活用

【事業実施主体】滝川市スマート水田実証コンソーシアム
○設立：令和3年6月14日
○構成：所長 滝川市 産業振興部 農政課長
副所長 空知土地改良区 技術部 部長(総務担当)
○事務局：滝川市、空知土地改良区、たしかわ農業協同組合
○構成団体：北海道クボタ、美クボタミックス、セイカン農、
（一財）北海道農業近代化技術研究センター、
北海道滝川工業高等学校、試験協力生産者(6名)

空知スマートアグリシンポジウム2021

プロジェクト実証試験 取組内容①

1 たしかわ版ほ場水管理システム構築に向けた実証試験

① 自動給水栓導入効果の検証
○東層17丁目揚水機場の受益地域の一部をモデル地区として設定
○当該地区全水田ほ場に自動給水栓を導入し、その導入効果を検証
～水田回り時間の削減効果を検証

② 揚水機場制御の検証
○モデル地区の自動給水栓稼働状況に応じた揚水機場制御方法の確立
○揚水機場制御による導入効果の検証
～揚水機場制御による維持費削減効果を検証

空知スマートアグリシンポジウム2021

プロジェクト実証試験 取組内容①

スマプロモデル地区

【令和3年度のこれまでの取組内容】
○モデル地区には揚水管理システムWATARAS(3基)設置
○生産者水田見回り稼働の把握(GPSロガー設置)
○揚水機場制御方法の調査(企業等からの聞き取り調査)

空知スマートアグリシンポジウム2021

プロジェクト実証試験 取組内容②

1 教育機関と連携した自動給水栓防護施設等の効果検証 実証試験

① 自動給水栓防護施設の開発
○冬期間の保管場所が課題となる自動給水栓を、ほ場に設置したまま越冬できるように、工業高校の学生が自動給水栓防護施設を開発
○プロトタイプによる越冬試験を実施(11月24日)
～防護施設の開発及びその効果検証

② 施設園芸作業省力化に向けた機器の開発
○水稲稲合経営の確立に向けて、工業高校の学生が施設園芸の作業省力化機器を開発し、その効果を検証する。
～省力化機器の開発及びその効果検証

空知スマートアグリシンポジウム2021

プロジェクト実証試験 取組内容②

防護施設製作

空知スマートアグリシンポジウム2021

プロジェクト実証試験 取組内容②

施設園芸作業省力化機器製作

【令和3年度のこれまでの取組内容】
○「自動給水栓防護施設」1基設置試験開始。残り1基製作最終段階。
○「一輪車電動アシスト装置」「ラベル割がしサポート器」
「電子農業計画通知器」の製作最終段階。

空知スマートアグリシンポジウム2021

本事業の実施を通じて・・・

- 今後の土地改良事業と一体となった自動給水栓の普及方を検討
- 農業と工業の「ものづくり」という共通の視点から、今後のさらなる連携を模索
- 水稲の省力化生産体系を確立し、農業所得のさらなる向上を図る

農業を核とした
地域産業の振興

この事業はサマーシンポジウムの収益金を活用して実施しています。

図 75. 空知スマートアグリシンポジウム 2021 事例紹介説明スライド

(4) 国立研究開発法人寒地土木研究所意見交換

- 開催月日：令和3年12月21日
- 場 所：空知土地改良区 2階 会議室
- 内 容：令和4年度調査について
- 参 加 者：寒地土木研究所、コンソーシアム構成機関（計10名）

(5) 北海道農政部生産振興局長 空知管内現地調査

- 開催月日：令和4年5月27日
- 場 所：スマート水田実証プロジェクトモデル地域
- 内 容：滝川市スマート水田実証プロジェクトについて
ほ場水管理システムうWATARASについて
WATARASデモンストレーション
- 参 加 者：北海道農政部、コンソーシアム構成機関（計27名）

(6) 北海道農政部との意見交換

- 開催月日：令和4年6月14日
- 場 所：空知土地改良区 2階 会議室、
スマート水田実証プロジェクトモデル地域
- 内 容：滝川市スマート水田実証プロジェクトについて
ほ場水管理システムうWATARASについて
WATARASデモンストレーション
- 参 加 者：北海道農政部、コンソーシアム構成機関（計16名）

(7) 水田基盤整備説明会 取組事例報告

- 開催月日：令和4年10月13日
- 方 法：web会議（zoom）
- 内 容：滝川市における自動給水栓導入の取組について
空知土地改良区による済管理システムの維持管理について
- 参 加 者：北海道農政部基盤整備担当者、コンソーシアム構成機関

(5) 宝くじ広報表示

本プロジェクトの実施にあたり、サマージャンボ宝くじに対する住民の理解促進を図るため、モデル地域内に広告表示板を設置した（図 76）。

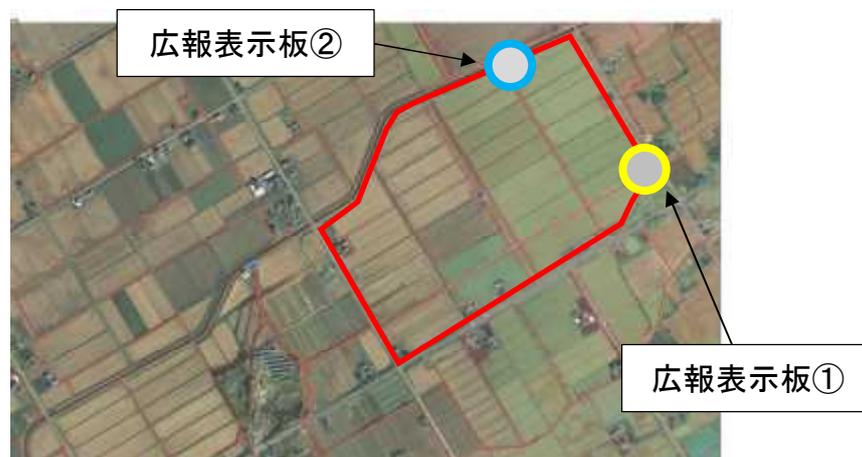


図 76. 宝くじ広告表示板設置の状況

(6) 空知スマート農業アーカイブ

空知スマート農業推進室（北海道空知総合振興局農務課）では、管内において実施されるスマート農業に係る取組みをとりまとめ、管内市町などと共有を図り、地域全体での普及の加速化を図る「空知スマート農業アーカイブ」を作成している。

滝川市は、空知管内をはじめとした地域に実証試験の結果を共有することを目的に、本アーカイブで令和3年度の結果を共有したほか、令和4年度の結果報告書も共有する予定。

第4章 全体を通じた考察

第1節 プロジェクトのまとめ

2つのテーマで実施した本プロジェクトについて、検証結果をテーマごとに考察する。

テーマ1 たきかわ版ほ場水管理システム構築に向けた実証試験

テーマ2 教育機関と連携した WATARAS 防護施設等の効果検証実証試験

テーマ1 たきかわ版ほ場水管理システム構築に向けた実証試験

1 WATARAS導入効果検証

- 水田の水口のみへのWATARAS設置によっても水管理・見回りの作業時間が約51%削減した事例があったほか、それ以外のほ場においても作業時間が削減する結果となった。
- よって、WATARASの導入は「水田水管理作業の省力化」に有効であり、かつ、水口及び落口の両方に設置する場合と比べて、水口のみへの導入により初期費用を半減できる可能性が示された。
- さらに、地形など地域の状況を踏まえて通信中継器を設置することで、広域農区に一体的にWATARASを導入できることが確認できたところであり、広域で水管理を行う「たきかわ版ほ場水管理システム」の構築にあたって最適な機器であることと判断できる。
- また、移植や直播などの栽培方法、ゆめぴりか・ななつぼしなどの作付品種、水田ほ場の状況、さらにはWATARAS利用の習熟度、信用度の違いなど、様々な要因で省力効果に差が生じることが確認された。
- 大区画化ほ場ではWATARAS 1基のみでは、入水に時間が掛かりすぎるケースがあり、2基の導入によって入水時間の短縮は図られることはわかったものの、初期投資が高額になる。

【今後の取組方針】

- 通信中継器の設置による一体的なWATARASの導入にあたっては、高低差などの地形によりWATARASの受信状況が大きく異なることから、電波の受信状況を加味した地区の設定を検討する。
- WATARASの導入による省力効果の最大化に向けては、引き続き、WATARAS利用のノウハウを関係機関が一丸となって蓄積し、地域の生産者にフィードバックするための継続的な勉強会等の開催を行っていく。
- 大区画化ほ場へのWATARAS導入にあたっては、費用対効果を踏まえた台数設定が必要であることから、今後、対応方針について関係機関と検討を行っていく。
- WATARASは水稻のみならず、地下かんがいとして利用することで畑作物の生産にも効果があることから、畑作物に対するWATARASの利用推進を検討する。

2 揚水機場制御（可変稼働）方法

- 現状、概ね680rpmで稼働している揚水機場のポンプ回転数は、理論上、90%の回転数650rpmまで抑えることが可能であることが示唆されたため、手動で試行調査を行った結果、ポンプ回転数を制御（640rpmまで回転数を落とす）しても、受益地区の水管理に支障は生じなかった。
- 理論値を超える640rpmまでポンプの回転数を落とすことが可能であったことから、揚水機場の維持費削減が期待できる。
- 揚水機場の制御については、現状、主に上下水道を制御する「クラウド監視システム」を応用的に活用することが技術的に可能であることを確認できたことから、本システムを核として、WATARASと連動した「たきかわ版ほ場水管理システム」の構築が可能であることを確認した。

【今後の取組方針】

- 将来的な「クラウド監視システム」の導入に向けて、東陽17丁目揚水機場の別系統にWATARASを導入した試験を引き続き実施する。
- 地区を拡大した試験を実施後、令和7年度に「クラウド監視システム」を導入し、「たきかわ版ほ場水管理システム」の構築を目指す。
- なお、近年の円安を背景としたエネルギー価格の上昇に伴い、電気料が非常に高騰していることから、揚水機場の稼働を抑える本取組とあわせて、主に水資源が不足する本州で実施されている番水*も組み合わせることを検討し、維持費の大幅な削減を目指す。

【番水】

- かんがいする地区を区分けして、それぞれに限られた期間や時間で、順番にかんがいすること。

- また、令和4年度から令和6年度の計画期間で実施される国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所による調査に協力し、その成果を踏まえた取組を推進することで、より高度な水管理体系の構築を目指す。

テーマ2 教育機関と連携したWATARAS防護施設等の効果検証実証試験

1 WATARAS防護施設プロトタイプの開発及び耐久性試験

- 冬期間の保管場所が課題となるWATARASについて、工業高校電子機械科3年生との連携により、防護施設のプロトタイプを開発した。
- プロトタイプ of 越冬試験を実施したところ、特別豪雪地帯にも指定される滝川市においても耐久性は全く問題ないことを確認した。
- 一方、工業高校の設備では耐候性素材での制作はできず、木製の防護施設になったことから、長期使用に対する懸念が生じた。

【今後の取組方針】

- 令和4年度開発のプロトタイプについて、コンソーシアム構成企業とも協議を進めながら、耐候性素材での制作や量産化に向けた規格の調整等を検討し、将来的な商品化に向けた取組を進める。
- 取組の推進にあたっては、引き続き、工業高校と連携を図りながら具体的な対応を検討する。

2 園芸作物省力化機器の開発

- 園芸作物作業におけるニーズ調査を踏まえ、工業高校電子電子機械科3年生との連携により、5種類の省力化機器を開発した。
- 令和3年度開発の4種類の省力化機器のうち、生産者との意見交換を踏まえて、2種類について、令和4年度にさらなるバージョンアップに取り組んだ。

【今後の取組方針】

- 令和4年度開発の機器は、野菜の生産・出荷が行われない冬期間にかかる制作完成となったことから、当該省力化機器について、令和5年度は園芸作物生産者に試験的に利用してもらい、その効果検証や課題抽出を行う。
- 令和5年度以降も、引き続き、工業高校と連携を図りながら、地域農業の課題解決に向けた取組の実施を検討する。

第2節 今後の課題と展望

前述のとおり、日本の人口減少により米の需要は年8万tベースで減少してきたなか、近年の新型コロナウイルス感染症の影響により、需要減少のトレンドは年10万tに加速化した。今後のコロナ禍の克服により、一定程度の需要回復は見込まれるものの、人口減少を超える回復は困難な環境にあることから、高品質米の生産や生産コストの低減など、米を基幹作物とする産地として様々な角度から消費者に選ばれる米づくりを進めなければならない。

近年、農業分野においても全国的に、GNSSガイダンスシステムをはじめ、農薬散布用ドローンなどといったICT技術の普及が進められているところであるが、多額の初期投資やICTリテラシー不足などといった課題により、広く生産者に普及している状況にはないことから、中長期的なビジョンに基づく推進が必要不可欠である。

さらに、国は令和4年12月に「デジタル田園都市国家構想総合戦略」⁶を策定し、ICT技術をはじめとしたデジタル技術の実装を通じて、地域の課題解決と魅力の向上を図る取組を推進していく方針であるほか、令和3年5月に策定した「みどりの食料システム戦略」⁷により持続可能な食料システムの構築を目指すこととしていることから、当地域においても、今後、デジタル技術の活用や脱炭素に向けた取組みなどを積極的に推進していく必要がある。

これらの課題解決に向けて、令和3年度から2カ年で実施した本プロジェクトを通じて、個人レベルではWATARASの活用、地域レベルではクラウド監視システムを活用した揚水機場の制御により、水田水管理の省力化モデル体系である「たきかわ版ほ場水管理システム」の確立を目指す。

本プロジェクトの成果をもとに、今後の道営土地改良事業と一体となったWATARASの導入や揚水機場制御システムの構築を進めることで、滝川市全域に本システムを計画的に普及させるほか、工業高校との連携により開発したWATARAS防護施設も一体的に整備することで、WATARASの保管場所の課題解決につながり、かつ学生の地域貢献にも大きく寄与するものとする。

また、本プロジェクトではWATARASを活用した水田水管理省力化を主なテーマとしているところだが、WATARAS稼働データを活用し、高品質米生産に向けた水管理をはじめ、脱炭素に向けた中干し期間の延長や間断かんがいの実施など、さらに波及した取組みも検討することで、持続可能な地域農業の確立を目指していく。

⁶ 内閣官房：デジタル田園都市国家構想総合戦略
(<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digitaldenen/sougousenryaku/index.html>)

⁷ 農林水産省：みどりの食料システム戦略
(<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/index.html>)

加えて、米生産全般の省力化生産体系構築に向けては、WATARASのみならず、水稻の田植え作業や管理作業へのGNSSガイダンスシステム、自動操舵補助システム及び農薬散布用ドローン⁸などの普及をあわせて推進し、高収益作物などの生産を組み合わせた水田複合経営を推進することで農業所得の向上を図る。

最後に、農業を核とした地域産業の振興に向けては、本プロジェクトがきっかけとなった「ものづくり」の観点からの工業高校との連携をモデルケースとして、様々な分野の地域の人たちと連携した取組みを模索しながら、包括的かつ持続可能なまちづくりにつなげていきたい。



⁸ 農林水産省：スマート農業技術カタログ
(https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/smart_agri_technology/smartagri_katalog.html)

滝川市スマート水田実証プロジェクト

結果報告書

令和5年2月 発行

【発行】滝川市産業振興部農政課

北海道滝川市大町1丁目2番 15号

TEL:0125-28-8033 / FAX:0125-23-5839

この事業は、公益財団法人北海道市町村振興協会（サマージャンボ宝くじの収益金）の助成を受けて実施しています。

